UMA APLICAÇÃO DE BASE DE DADOS PARA O CADASTRO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Luís VISEU[(1)]; A. R. PINTO[(1)]; Maria Alzira SANTOS[(2)]

RESUMO

A pedido do Instituto da Água (INAG) foi desenvolvida uma aplicação informática constituída por duas componentes: uma base de dados e uma interface gráfica.

De acordo com o solicitado pelo cliente, e dado o pouco tempo disponível, esta primeira versão da aplicação destina-se exclusivamente à introdução dos dados, não estando previstas quaisquer ferramentas de consulta ou interrogação. No entanto, a fim de facilitar a correcção de eventuais erros de introdução de dados prepararam-se alguns relatórios que permitem visualizar no monitor ou imprimir em papel, de uma forma concisa, todos ou parte dos dados recolhidos.

Neste relatório descreve-se a estrutura dos dados e apresenta-se, de forma sucinta, a interface construída para facilitar a introdução e visualização dos dados.

Palavras-chave: Bases de dados, tabelas, formulários, relatórios, infra-estruturas hidráulicas.

[1] Engenheiro Informático, Colaborador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
[2] Licenciada em Matemática, Especialista, Investigadora Coordenadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

1 - INTRODUÇÃO

A aplicação INFRA-ESTRUTURAS, que se apresenta nesta comunicação, destina-se a armazenar toda a informação disponível ou a recolher a curto prazo sobre um conjunto de vinte e duas infra-estruturas hidráulicas que, segundo o Instituto da Água (INAG), devem ser inventariadas no âmbito dos planos de bacia hidrográfica, em construção.

A aplicação é constituída por 2 elementos: uma base de dados, que contém toda a informação relativa às infra-estruturas consideradas, e uma interface gráfica, que permite ao utilizador carregar a base de dados (Figura 1).

Figura 1 - Principais componentes da aplicação

A estrutura da base de dados foi desenhada de modo a que o acesso aos dados decorresse da forma mais rápida possível, sem descurar a coerência destes ou a simplicidade da aplicação. Teve-se, ainda, em conta, a possível migração do sistema de gestão de bases de dados (SGBD) e a integração com bases de dados já existentes, tendo sido cumpridas todas as normas relativas ao desenho geral do modelo relacional.

No que respeita à interface com o utilizador, procurou-se reproduzir, de forma tão directa quanto possível, os formulários em papel fornecidos pelo INAG, entidade financiadora

do trabalho. Foram ainda tidos em conta alguns comentários e sugestões de potenciais utilizadores que o INAG fez chegar ao LNEC.

De acordo com o solicitado pelo INAG, e dado o pouco tempo disponível, esta primeira versão da aplicação destina-se exclusivamente à introdução dos dados, não estando previstas quaisquer ferramentas de consulta ou interrogação. No entanto, a fim de facilitar a correcção de eventuais erros de introdução de dados prepararam-se alguns relatórios que permitem visualizar no monitor ou imprimir em papel todos ou parte dos dados recolhidos.

Na secções 2 e 3 desta comunicação descreve-se a arquitectura da aplicação e a estrutura dos dados, respectivamente. Na secção 4 apresenta-se a interface construída para a introdução dos dados e a sua visualização. Na secção 5 tecem-se algumas considerações sobre a funcionalidade da versão actual e apresentam-se sugestões de alteração com vista à melhoria do desempenho da aplicação.

2 - ARQUITECTURA DA APLICAÇÃO

A aplicação INFRA-ESTRUTURAS é constituída por dois módulos distintos. O primeiro engloba a estrutura de dados assim como toda a informação introduzida; o segundo é responsável pela interface com o utilizador. Os módulos poderão ser instalados em máquinas diferentes, o que permite uma arquitectura Cliente/Servidor.

Esta arquitectura possibilita que vários utilizadores, em simultâneo, possam introduzir dados, sendo estes armazenados num computador central.

Para a implementação e desenvolvimento dos módulos utilizaram-se as ferramentas do *MS Access*. Esta solução foi a escolhida devido à facilidade de criação de bases de dados que ela oferece e ao reduzido período de tempo disponível para a elaboração da aplicação. Apesar do *MS Access* não ser um servidor de bases de dados é possível desenvolver uma arquitectura semelhante à anteriormente especificada de uma forma rápida.

O módulo contendo a base de dados, ficheiro "Inventário.mde", é composto pela estrutura das tabelas da aplicação e pela informação introduzida pelos utilizadores. Para o módulo de interface foi criado um outro ficheiro denominado "Infra.mde" que engloba todos os formulários, relatórios, e opções que o utilizador tem disponível na aplicação. A interface foi elaborada recorrendo-se à linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*), sendo a interacção com o módulo da base de dados conseguida através de expressões SQL (*Structured Query Language*).

Existem dois modos de funcionamento da aplicação, isolada ou em rede. Quando se opta pelo primeiro modo, somente um utilizador de cada vez poderá usar a aplicação, sendo os dois ficheiros anteriores instalados num único computador. O segundo modo permite que vários utilizadores usem a aplicação, sendo os ficheiros "Inventário.mde" e "Infra.mde" instalados no "servidor" e, apenas o ficheiro "Infra.mde" responsável pela interface, é instalado nos respectivos "clientes". A figura 2 esquematiza a arquitectura da aplicação INFRA-ESTRUTURAS.

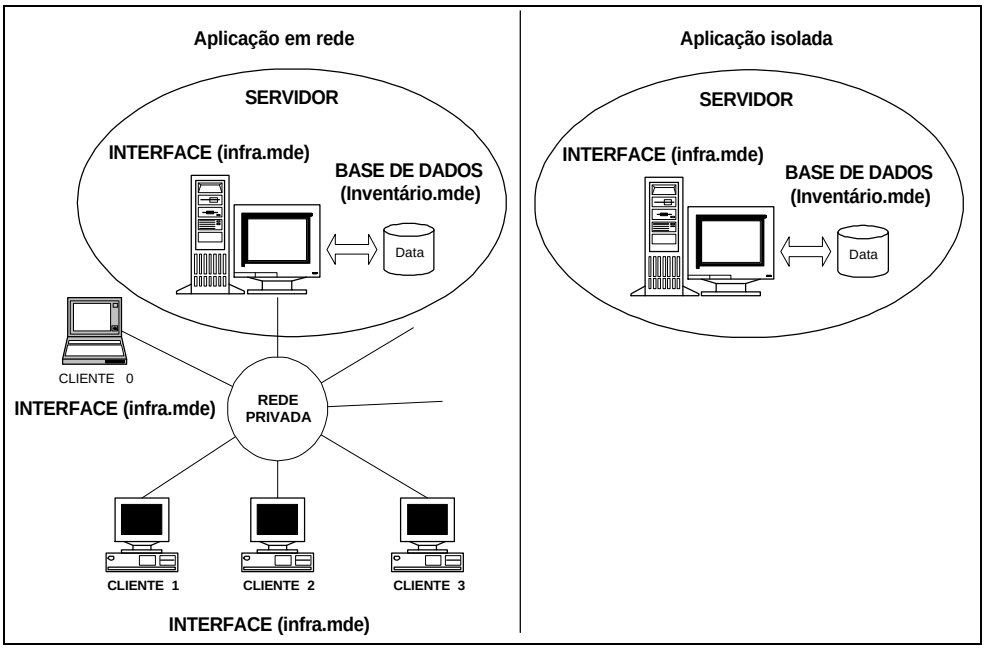

Figura 2- Arquitectura da aplicação em rede e isolada

O ficheiro "Inventário.mde" funciona mais como um servidor de ficheiros do que um servidor de base de dados visto que fica numa área partilhada, podendo ser acedido por um conjunto de utilizadores. Este número deve, no entanto, ser extremamente baixo, pois o desempenho da aplicação diminui exponencialmente com o seu aumento.

3 - ESTRUTURA DE DADOS

A estrutura da base de dados assenta sobre uma filosofia de centralização da informação e flexibilidade do suporte.

Para esse fim foram criadas tabelas[1] principais, auxiliares, de ligação e de tipos pré-definidos, como se discrimina no Quadro 1 abaixo.

No seguimento da filosofia referida decidiu-se reunir numa só tabela, denominada InfEst, a identificação de todas as Infra-estruturas hidráulicas, sendo algumas características gerais e comuns a todas as infra-estruturas distribuídas por tabelas auxiliares, directamente relacionadas com aquela. Estas tabelas contêm as características comuns assinaladas na figura 1.

As tabelas auxiliares permitem uma maior flexibilidade da estrutura relacional do modelo de dados, proporcionando facilidades na alteração da estrutura de uma forma modular, o que não aconteceria se todos os campos estivessem na tabela InfEst. Este procedimento beneficia a pesquisa de dados referentes a cada um dos tipos da infra-estrutura.

[1] No contexto de bases de dados, chama-se tabela a um conjunto de dados organizados em linhas (os registos da tabela) e colunas (os atributos ou campos da tabela).

Quadro 1
Tipos de tabelas e suas funções

Tabelas	Principais	Auxiliares	De Ligação	Tipos pré-definidos
Designação	InfEst Salina Barragem … 	Desc_Inf_Est Desc_Local … Freguesias Concelhos …	Prov_Agua_Rd Dest_Ag_Trat …	Tipo_Inf … Pre_Tipo_Seccao …
Função	Servem de suporte à informação sobre as infra-estruturas	Servem como extensão das tabelas principais, bem como de repositório de informação adicional que seja necessária	Funcionam como *ponte* entre tabelas principais guardando informações sobre elementos que relacionem as infra-estruturas entre si	Servem como repositório de tipos pré-definidos, necessários para a recolha de dados
Notas	Existe uma tabela para a informação comum, e uma tabela para cada tipo de infra-estrutura	…	Não existem prefixos que permitam uma identificação directa	Existem duas designações, uma com o prefixo Tipo_, e outra com Pre_, bem como tabelas de sub-tipos

Por sua vez, as tabelas principais, onde é armazenada toda a informação específica de cada um dos tipos de Infra-estrutura mostrado na figura 1, encontram-se directamente relacionadas com a tabela InfEst, como se pode ver no exemplo (Figura 3).

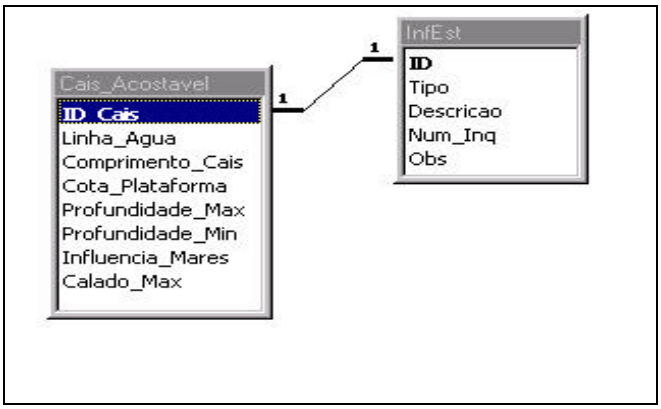

Figura 3 - Exemplo da relação entre as tabelas InfEst e Cais_Acostavel

Estas tabelas principais estão relacionadas por sua vez com tabelas auxiliares, de ligação e de tipos pré-definidos. As tabelas de tipos pré-definidos, cujo conteúdo é definido *a priori*, têm como finalidade facilitar e normalizar a introdução de dados, podendo ser adicionados novos tipos sempre que seja necessário.

As tabelas de ligação são normalmente utilizadas nas situações em que é preciso identificar objectos que estejam relacionados com a Infra-estrutura (por exemplo, freguesias servidas, origem e destino da água, elementos que constituem um sistema ou rede) sendo normalmente constituídas por um campo que guarda o código da Infra-estrutura e outro que guarda o código do objecto relacionado.

Em PINTO *et al*. (1997) descreve-se com detalhe esta estrutura de dados e apresentam-se quadros representativos da estrutura das tabelas principais da base de dados, discriminando-se o significado (descrição) e o objectivo (função) dos seus campos.

4 - INTERFACE

4.1 - Notas gerais

A interface da aplicação INFRA-ESTRUTURAS, construída com recurso à linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*), disponibiliza vários formulários[1] e relatórios[2], tendo-se procurado uniformizar, entre os vários formulários, o uso dos controlos ou objectos, como botões de navegação, caixas de ferramentas, botões que desencadeiam acções previamente definidas, e caixas de entradas de dados, entre outros.

O ambiente de desenvolvimento é o sistema operativo MS Windows, pelo que todos os objectos que constituem a interface aproveitam as vantagens que o próprio sistema operativo disponibiliza.

A aplicação está preparada para ser executada numa resolução mínima de 800 por 600 pontos, sendo a sua visualização difícil para resoluções inferiores.

Os diversos formulários destinam-se essencialmente à introdução de dados, enquanto os relatórios tornam possível a visualização desses dados.

Para uma descrição detalhada da aplicação recomenda-se a leitura de PINTO *et al*. (1997) e VISEU e SANTOS (1997).

4.2 - Introdução e visualização de dados

O primeiro dos formulários desenhados (Figura 4) é usado para seleccionar uma das tarefas possíveis: (i) Introduzir dados; (ii) visualizar/imprimir relatórios; ou (iii) sair da aplicação, através dos seus três botões: Dados, Relatórios e Sair.

Se a opção é a Introdução de Dados, o que se materializa premindo o botão "Dados" no formulário inicial, é necessário escolher o tipo de infra-estrutura, na caixa de lista do formulário seguinte, e premir o botão "Introduzir Dados". Esta acção desencadeia a abertura dum formulário comum a todos os tipos de infra-estruturas (Figura 5), a partir do qual é possível criar um novo registo[3] ou alterar um registo existente. Os dados introduzidos através deste formulário são armazenados na tabela InfEst e respectivas tabelas auxiliares com ela relacionadas.

[1] Designa-se por formulários os objectos da base de dados que permitem a introdução dos dados, à semelhança de formulários ou impressos na linguagem corrente.
[2] Designa-se por relatórios os objectos da base de dados que permitem a visualização dos dados contidos na base de dados à medida das necessidades do utilizador .
[3] Designa-se por registo o conjunto de dados relativos a uma dada infra-estrutura.

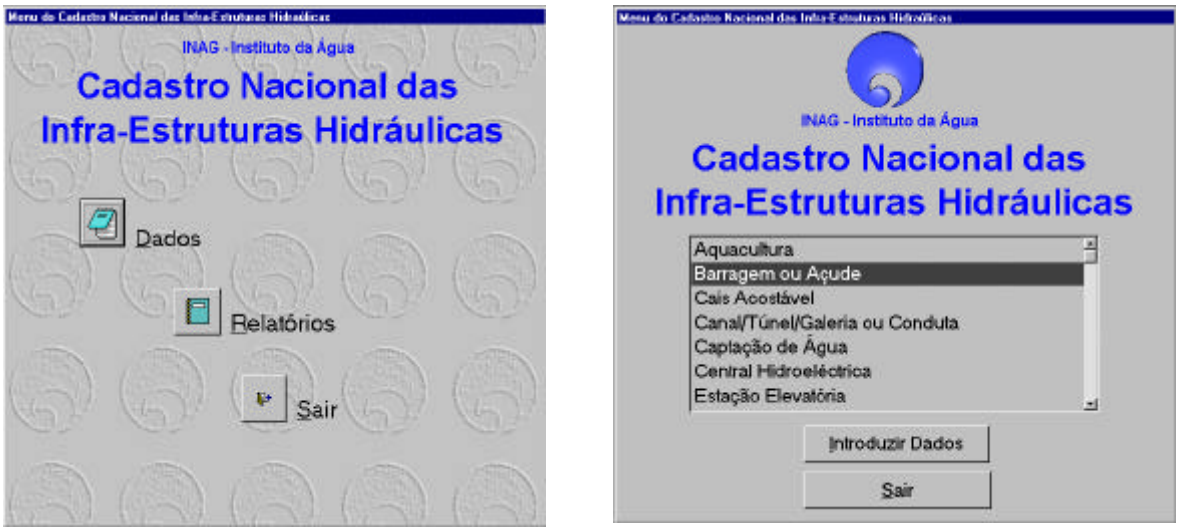

Figura 4 - Formulários para a introdução dos dados

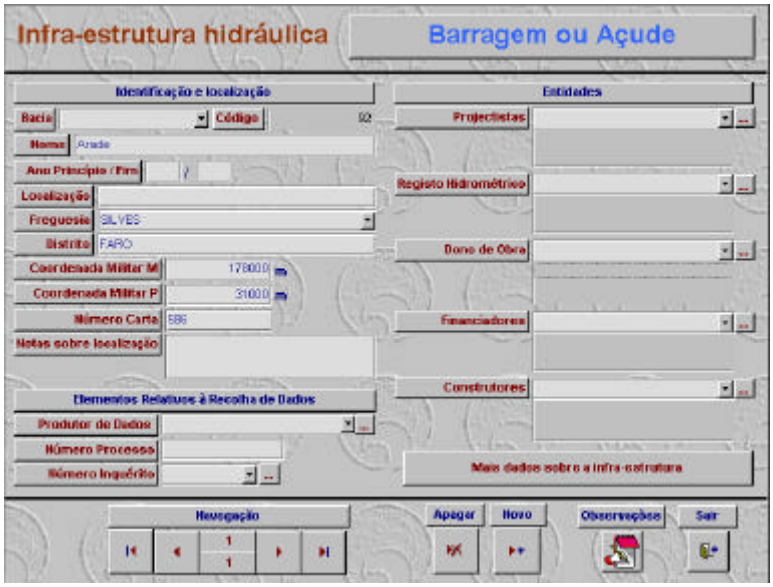

Figura 5 - O formulário FormComum

Só através deste formulário é permitida a criação de novos registos de uma dada infra-estrutura, assim como a sua eliminação. O botão "Mais dados sobre a infra-estrutura" dá acesso a dados específicos da infra-estrutura em consideração.

É ainda possível navegar entre os diferentes registos de infra-estruturas do mesmo tipo através dos botões na parte inferior do formulário, sob o título "Navegação". Estes comandos, identificados por "setas", permitem seleccionar o primeiro registo, o registo anterior àquele que se encontra visível, o registo seguinte, e o último registo, respectivamente. Entre estes comandos, existem dois botões com dígitos, que indicam, respectivamente, qual o registo visível e o número total de registos na base de dados. Finalmente, o botão designado por "Observações" permite a inserção de comentários úteis, e o botão "Sair" fecha a janela.

A figura 6 mostra o primeiro dos quatros formulários usados para a introdução dos dados relativos às barragens ou açudes.

A Visualização/Impressão de relatórios, o que se materializa premindo o botão "Relatórios" no formulário inicial (Figura 4), permite visualizar no monitor e imprimir numa impressora todos os dados disponíveis, depois de seleccionados alguns critérios (previamente definidos) de visualização. As opções iniciais disponíveis são: por freguesia; por concelho; por distrito; por bacia; por carta militar; por tipo de infra-estrutura. Em qualquer destes casos, podem escolher-se todos ou apenas alguns elementos. No exemplo da figura 7, a opção de visualização foi por bacia; a bacia escolhida foi a do rio Tejo e, dentro desta, as infra-estruturas seleccionadas foram as barragens e as origens de água.

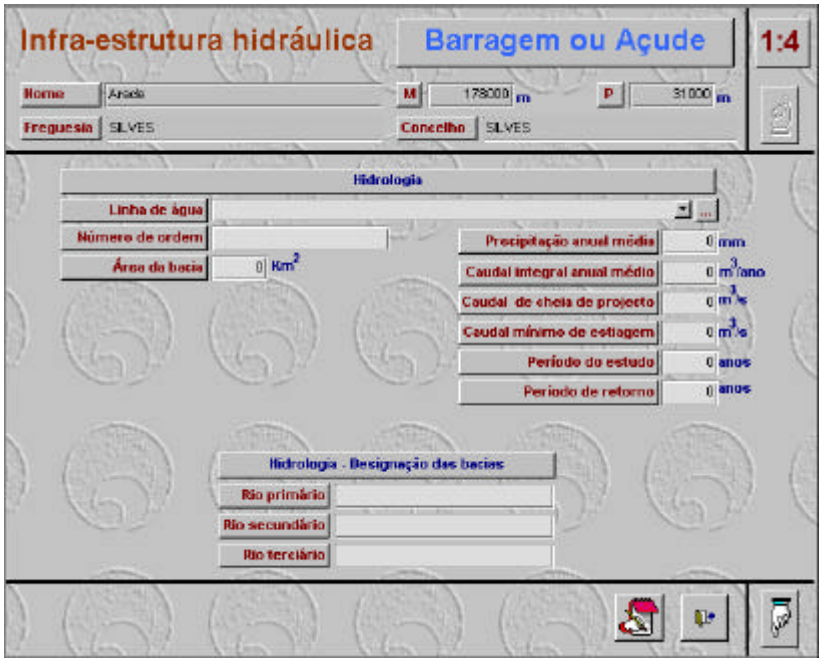

Figura 6 - O formulário específico da infra-estrutura Barragem ou Açude

Feitas estas escolhas, devem-se formatar os relatórios, seleccionando o formato mais adequado de entre as opções disponíveis. As opções disponíveis referem-se ao aspecto da folha de rosto do relatório, ao nível de detalhe pretendido quanto aos dados a visualizar e ao modo de ordenação das infra-estruturas (Figura 8). A folha de rosto pode ou não ser impressa havendo, no primeiro caso, a possibilidade de se incluírem alguns comentários. Quanto ao nível de detalhe, este pode ser resumido, normal, ou completo apresentando-se, neste último caso, todos os elementos disponíveis relativos à(s) infra-estrutura(s) seleccionada(s). Estas podem aparecer ordenadas por ordem alfabética ou por ordem crescente do respectivo código.

Figura 7 - Exemplo de uma selecção para a elaboração de relatórios

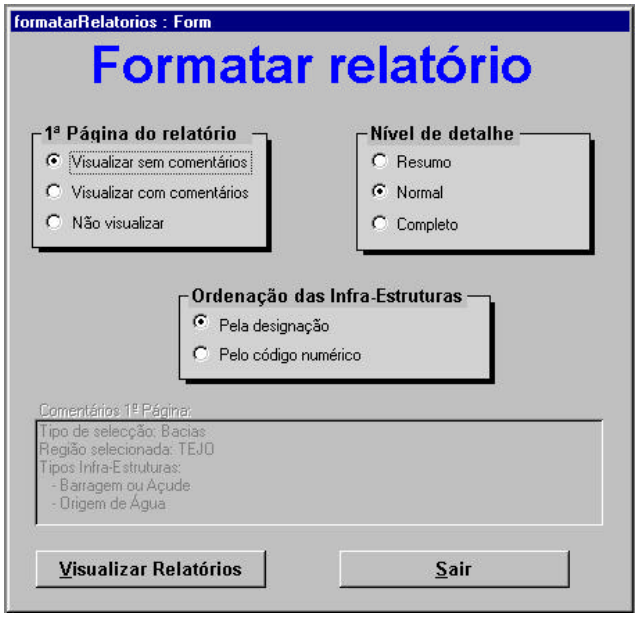

Figura 8 - Formatação de relatórios

4.3 - Ajuda

O utilizador dispõe de dois tipos de ajuda, o imediato, e o do programa "Ajuda". O primeiro deve-se usar sempre que existirem pequenas dúvidas referentes ao itens sobre os quais se pretende informação (Figura 9). Se se pretende uma descrição mais pormenorizada deve-se usar o segundo tipo que, neste momento, se limita a disponibilizar o manual de utilização *on-line* (Figura 10).

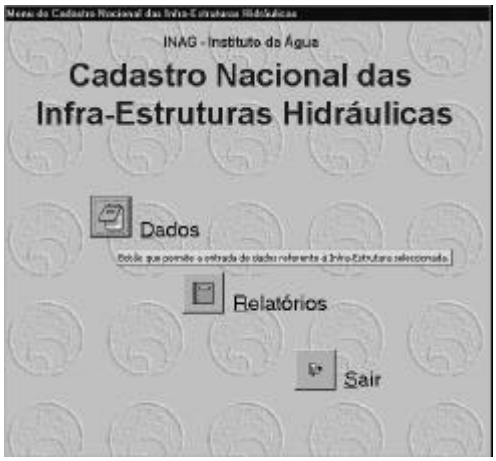

Figura 9- Exemplo de uma ajuda imediata referente ao botão "Dados"

Figura 10 - Índice do sistema de Ajuda

4.4 - Barras de ferramentas

Houve a preocupação de tornar a aplicação completamente transparente em relação ao *MSAccess* tendo-se criado um conjunto de barras de ferramentas que escondem os habituais menus e comandos daquele sistema de gestão de bases de dados.

A maioria dos formulários, nomeadamente aqueles que são responsáveis pela entrada dos dados específicos de cada infra-estrutura, não contém qualquer tipo de barra porque a sua utilização não se justifica. O uso das barras está desde modo confinado aos formulários inicial e de selecção do tipo de infra-estrutura (Figura 4), ao formulário comum a todas as infra-estruturas (Figura 5), e a todas as janelas dos relatórios.

A visualização ou não das barras depende da janela activa do programa, podendo existir zero, uma ou mais barras de ferramentas associadas a cada janela. Existem situações em que os comandos ficam invisíveis ou inactivos, dependendo do contexto em que o utilizador se encontra.

A barra mais comum pode assumir dois aspectos, abreviado ou completo (Figura 11). A forma abreviada é activada para os formulários inicial e de selecção do tipo de infra-estrutura, e ainda para todas as janelas referentes aos relatórios. A forma completa só é activada para o formulário comum a todas as infra-estruturas.

Figura 11 - Os dois aspectos que a barra principal pode assumir

O primeiro comando da barra é a "Ajuda" que é um pequeno menu constituído por dois sub-comandos, "Ajuda…" e "Acerca…" (Figura 12). O primeiro acede ao programa de ajuda disponibilizado pela aplicação, enquanto que o segundo coloca no visor informação genérica acerca do programa desenvolvido.

Figura 12 - Os sub-comandos do menu "Ajuda"

Os dois comandos que se encontram imediatamente a seguir servem para ordenar os registos por ordem crescente (A a Z) ou decrescente (Z a A).

O comando "Apagar Registo" apaga todos os dados referentes ao registo visível no momento, eliminando da base de dados toda a informação da infra-estrutura em questão. Como se trata de uma operação delicada, o *MSAccess* dá ao utilizador a possibilidade de a anular ou confirmar.

Os últimos três comandos da barra são responsáveis pela criação de filtros dos registos. Os filtros servem para seleccionar os registos que satisfazem um determinado número de condições a definir pelo utilizador. Após a filtragem, o comando "Visualizar todos" fica activo, podendo ser usado para visualizar todos os registos independentemente dos filtros anteriormente utilizados.

Uma segunda barra de ferramentas (Figura 13) é activada exclusivamente na janela que visualiza os relatórios no visor, mantendo-se invisível em todas as outras ocasiões.

Figura 13 - A barra dos relatórios

O primeiro comando da barra dá a oportunidade ao utilizador de definir as margens e o formato da página, e de escolher a impressora e outros parâmetros relacionados com a impressão. A janela de configuração da página é a usual em qualquer aplicação do pacote *MSOFFICE*. O segundo comando envia imediatamente o relatório para a impressora seleccionada. Os quatro comandos seguintes definem o modo de visualização do relatório no visor: uma de duas ampliações possíveis, e o número de páginas visíveis simultaneamente.

O sétimo comando faz a ampliação que o utilizador pretende, escolhendo duma lista de opções pré-definidas, ou escrevendo directamente o valor da ampliação. Finalmente, o último comando fecha o relatório, retornando o programa para a janela de formatação dos relatórios.

A barra de navegação (Figura 14) é activada exclusivamente em dois formulários, o da gestão de entidades e o da gestão das equipas dos inquéritos. Ambos são activados, a partir do formulário comum a todas as infra-estruturas, através dos botões com reticências.

Figura 14 - A barra de navegação

Os seis primeiros comandos já foram explicados anteriormente. O sétimo comando da figura 14, tal como o nome indica, limpa os campos para a introdução de um novo registo.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de se conhecerem as limitações do sistema de gestão de bases de dados *MSAccess*, sobretudo em termos de desempenho, optou-se pela sua utilização na criação da aplicação INFRA-ESTRUTURAS, porque ele dava garantias de fácil implementação da base de dados e da sua interface no curto espaço de tempo disponível. Esta solução não inviabiliza, porém, a posterior transferência dos dados para um sistema mais robusto, como o ORACLE, e a sua futura integração no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH).

A utilização do ORACLE como sistema de gestão de bases de dados aumentará consideravelmente o desempenho e a segurança da aplicação. Por sua vez, a transformação da aplicação em módulo do SNIRH permitirá um fácil acesso dos potenciais utilizadores ao cadastro de infra-estruturas hidráulicas do país. As condições de acesso serão, porém, definidas pelo Instituto da Água.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta aplicação foi financiado pelo INAG a quem se agradece a possibilidade de apresentar esta comunicação.

REFERÊNCIAS

PINTO, A. R; VISEU, L.; SANTOS, M. A. - *Uma Aplicação de Base de Dados para o Cadastro Nacional de Infra-estruturas Hidráulicas*. Relatório nº 254/97-GHi, Lisboa, LNEC, Novembro 1997.

VISEU, L.; SANTOS, M. A. - *Manual do Utilizador da Aplicação Infra-Estruturas*. Relatório nº 267/97-GHi, Lisboa, LNEC, Dezembro 1997.